

9. ГОСТ 34.201–89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем».

УДК 669-042

А. В. Мокшин, В. В. Лавров, И. А. Гурин, Н. А. Спирин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДОМЕННОЙ ШИХТЕ

Аннотация

Технолог доменного цеха, выполняя мониторинг и контроль металлургического процесса, вынужден принимать множество решений для оптимизации производственных задач. На текущий момент, технолог вынужден использовать программный модуль, выполненный на интерфейсе Windows Forms. Приложения, выполненные на таком интерфейсе, имеют ряд серьезных недостатков, таких как: необходимость ручной инсталляции; отсутствие мобильности; необходимость соответствующей программной и аппаратной платформы; требует специальной настройки и администрирования; обновление продукта требует проведения дополнительных работ, по обновлению приложения на всех машинах.

Основываясь на вышеописанных ограничениях, было принято решение переводить ряд расчетных модулей на web-приложения. В данной работе будет рассмотрена разработка web-приложения расчета оптимального содержания ЖРМ в доменной шихте на технологии ASP.NET MVC 5.

В web-приложении должны выполняться все функции, которые используются в существующем решении, выполненном на Windows Forms, в модуле оптимального расчета содержания ЖРМ в доменной шихте.

Ключевые слова: доменная плавка, web-приложение, расчет оптимального содержания ЖРМ, черная металлургия, сервер, asp.net mvc, c#.

Abstract

The technologist of the blast furnace shop, monitoring and controlling the metallurgical process, is forced to make many decisions to optimize production tasks. At the moment, the technologist has to use a software module executed on the Windows Forms interface. Applications implemented on such an interface have a number of serious shortcomings, such as: need for manual installation; lack of mobility; the need for an appropriate software and hardware platform; requires special configuration and administration; updating the product requires additional work to update the application on all machines.

Based on the above limitations, it was decided to translate a number of calculation modules into web-applications. In this paper, we will consider the development of a web-application for calculating the optimal content of LMW in a domain host on ASP.NET MVC 5 technology.

The web-application must perform all the functions that are used in the existing solution executed on Windows Forms, in the module for the optimal calculation of the content of LMW in the blast furnace charge.

Key words: blast furnace smelting, web-application, calculation of optimal content of iron ore, ferrous metallurgy, server, asp.net mvc, c#.

Существующее приложение для расчета оптимального содержания железорудных материалов, которым пользуются технологи доменного цеха на предприятии ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» на базе которого строится web-приложение, предназначено для оптимизации состава шихты для процесса выплавки чугуна. Поскольку, спроектировано приложение было для существующей производственной модели, применимой к технологическому процессу предприятия, web-приложение будет разработано с использованием технологии ASP.NET MVC.

В ходе анализа используемых технологий, было выявлено, что технология ASP.NET MVC значительно упростит, обезопасит и сделает комфортной работу технолога доменного цеха в совершенствовании технологии выплавки чугуна в доменных печах. Целью данной работы стала реализация программного модуля расчета оптимального содержания железорудных материалов в доменной шихте на платформе ASP.NET MVC.

В конечном Web-приложении необходимо обеспечить те функции, которые сейчас реализуются в приложении «АРМ технолога доменного цеха ПАО ММК». Поскольку платформа ASP.NET MVC уже имеет в своем арсенале следующие возможности:

- язык программирования C#, который используется в исходном решении;
- работа с базами данных, в том числе с существующей MS SQL Server;
- использование библиотек для решения задач оптимизации;
- работа с файлами Excel, Word для вывода отчетов.

Web-приложение должно решать следующие функции модуля:

- вывод состава шихты на определенный месяц или год прошлого периода;
- расчет оптимального состава ЖРМ в доменной шихте с учетом целевых задач и ограничений;
- вывод результатов расчета в Excel.

В результате, web-приложение сможет полностью заменить существующий модуль расчета, без потери точности расчетов, и без привнесения новых ограничений.

Описание web-приложения. Web-приложение предназначено для технолога доменного цеха, который занимается совершенствованием технологии выплавки чугуна в доменных печах. Web-приложение считывает реальные показатели процесса выплавки чугуна доменных печей из базы данных, и позволяет проводить расчеты на основании полученных данных.

Считываемые реальные показатели состава шихты, процент содержания химических веществ в шихте хранятся в БД и web-приложение позволяет отображать эти данные определенной доменной печи за определенный месяц.

Ниже приведены некоторые хранящиеся в БД данные о составе шихты:

- параметры используемого дутья;
- химический состав шлака, в процентах;
- химический состав чугуна, в процентах;
- расходы материалов, кг/т чугуна;

– технический состав кокса.

Данные, хранимые в БД, используются технологом доменного цеха для последующего проведения расчетов оптимального содержания ЖРМ в доменной шихте для достижения максимально выгодного результата в будущих процессах плавки чугуна, на основе указанных целей и ограничений.

Web-приложение представляет из себя клиент-серверную архитектуру, в котором пользователь осуществляет взаимодействие с сервером при помощи браузера, а за сервер отвечает web-сервер. Логика веб-приложения распределена на сервере, клиентская часть реализует пользовательский интерфейс, хранение данных программы осуществляется, преимущественно, на web-сервере, поддерживается использование серверов баз данных, обмен информацией происходит по сети.

Процесс разработки. В начале разработки была построена архитектура будущего программного обеспечения, представленная на рис. 1.

На главной странице приложения изображено приветствие пользователя, и кнопки, для перехода на страницу расчета ЖРМ. Алгоритм кода выполнен таким образом, что приветствует того пользователя, который зашел в систему по имени учетной записи. Так же, отображается информация, в каком домене расположен пользователь. Изображение главного экрана можно увидеть на рисунке 2.

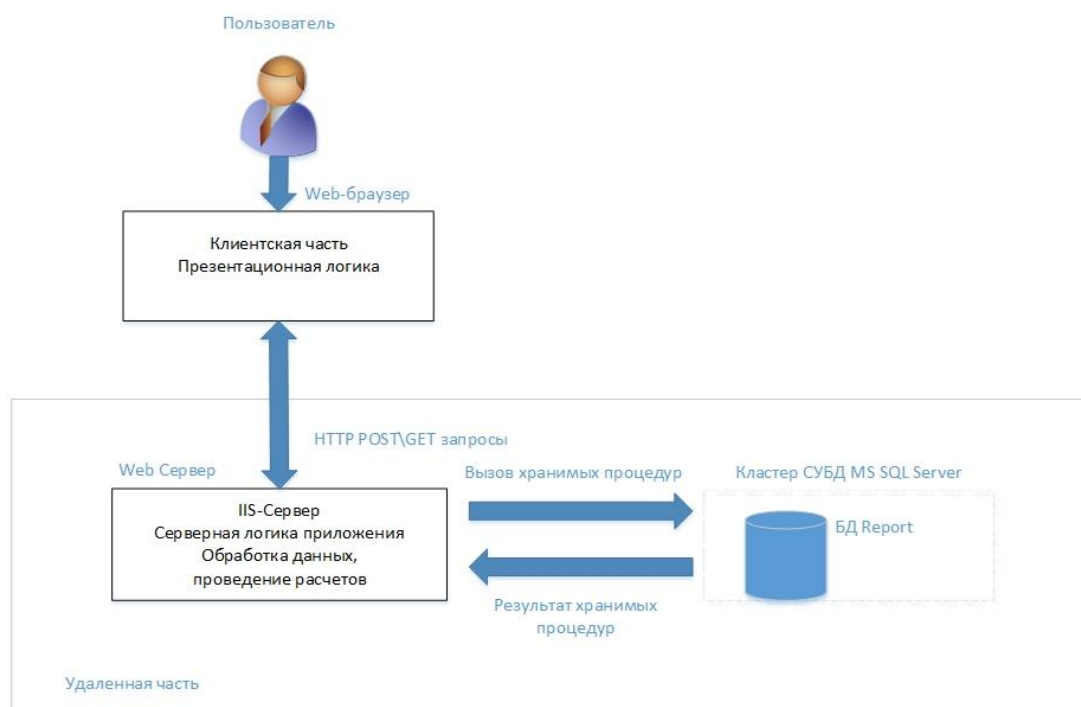


Рис. 3. Архитектура Web-приложения

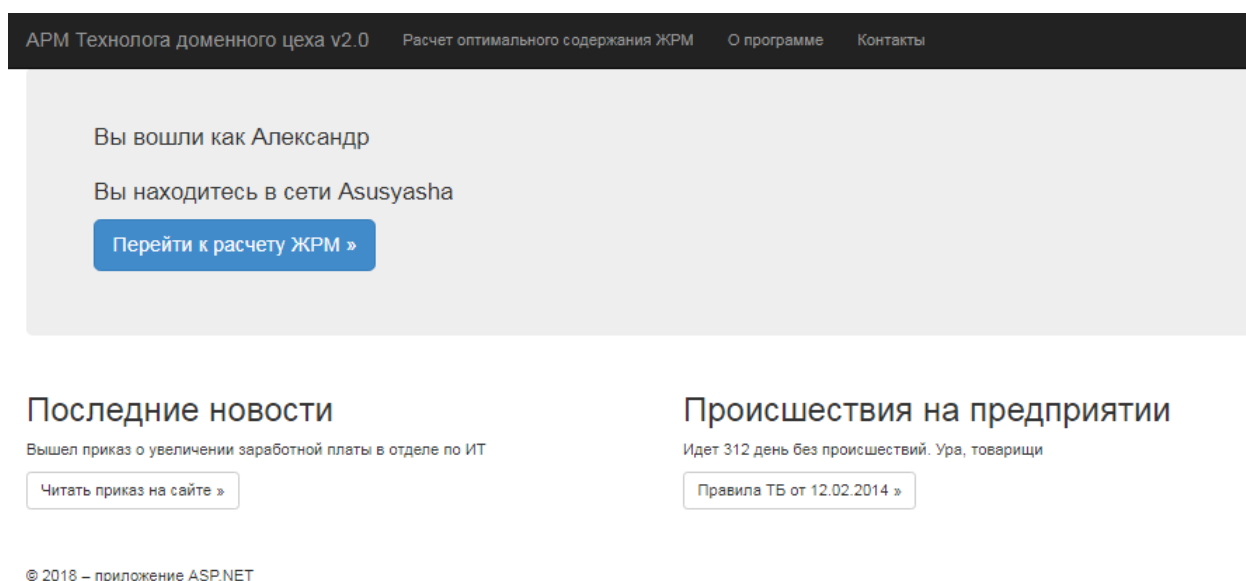


Рис. 4. Страница Index

При нажатии кнопки «Перейти к расчету ЖРМ», пользователь переходит на страницу «CalcZHRM» где он может выбрать печь, по которой его интересует информация, и базовый период. Запрос первичной информации представлен на рисунке 3.

Рис. 5. Запрос данных по печи

После того, как пользователь выбрал печь, и желаемый базовый период, он кликает на кнопку рассчитать, и ему предоставляется информация и форма по расчету оптимального соотношения расходов агломерата ММК и окатышей в доменную шихту (рис. 4).

Расчет оптимального соотношения расходов агломерата ММК и окатышей ССГОК в доменную шихту

Показатель, ед. измерения	Величина
Производительность доменной печи, т/сутки	3344,10
Суммарный удельный расход кокса, кг/т чугуна	440,40
Содержание серы в чугуне, %	0,024
Доля агломерата ММК	0,647
Содержание Al_2O_3 в шлаке, %	12,690
Содержание MgO в шлаке, %	8,800

Ввод ограничений на поиск оптимальных параметров (в проектном периоде):

Показатель, ед. измерения	Величина в проектном периоде	минимум	максимум	задано
Вязкость конечного шлака при 1550 С, пуаз	2,67	1,95	2,000	
Основность конечного шлака (CaO/SiO_2)	1,008	1,000	1,170	1,008
Вязкость конечного шлака при 1450 С, пуаз	5,050	2,000	6,500	
Градиент вязкости конечного шлака, пуаз/град. С	0,179	0,100	0,350	
Доля агломерата ММК	0,647	0,300	1,000	
Сумма долей всех ЖРМ	1,000			1,000

Учитывать ограничения

Вязкость конечного шлака при температуре шлака ☐

Основность конечного шлака, CaO/SiO_2 (диапазон или задано) ☒

Вязкость конечного шлака при температуре 1450С ☐

Градиент вязкости конечного шлака ☐

Доля агломерата ММК ☐

Цель

Заданная основность конечного шлака ☐

Минимум серы в чугуне ☐

Минимум расхода кокса ☐

Минимум градиента вязкости конечного шлака ☐

Максимум производительности ☐

Управляющее воздействие

Агломерат ММК и окатыши ССГОК ☒

Агломерат ММК и окатыши Лебединские ☐

Агломерат ММК и окатыши Кончарские ☐

Агломерат ММК и окатыши Михайловские ☐

Рис. 6. Расчет первичных параметров и выбор целевой функции

На данной форме пользователь может ознакомиться с основными показателями по производительности печи, суммарному удельному расходу кокса, составу шлака и т.д. Так же, он может ввести соответствующие ограничения, указать цель расчета, выбрать управляющее воздействие и указать, какие ограничения учитывать. После выбора нужных радиобаттонов, пользователь кликает на кнопку «Посчитать оптимальное значение». Результат расчета ЖРМ представлен на рисунке 5.

Результат расчета, доля в проектном периоде:	
Окатыши ССГОК	0,276
Окатыши Лебединские	0,000
Окатыши Качанарские	0,000
Окатыши Михайловские	0,038

Рис. 7. Результат расчета оптимального состава ЖРМ

По результату проведенных расчетов, пользователь может сменить печь и период, и запросить другие данные. Все расчеты проводятся на одной странице, с периодической ее перезагрузкой, выполнено это в связи с удобством для пользователя быстро обратить внимание на интересующие его данные.

Заключение. Реализован программный модуль расчета оптимального содержания железорудных материалов в доменной шихте на платформе ASP.NET MVC 5. В программном модуле реализованы функции считывания реальных по-

казателей процесса выплавки чугуна доменных печей, хранение этой информации в БД и отображение этой информации из базы данных для проведения последующих расчетов, и решения задачи оптимизации.

УДК 669.2:65.011.56(075.8)

А. А. Набатова, В. А. Гольцев

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

МОДЕРНИЗАЦИЯ СБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЕЧИ ВАНЮКОВА

Аннотация

Целью работы являлся анализ системы сбора первичной технологической информации для системы охлаждения печи Ванюкова Среднеуральского медеплавильного завода и выработка технических решений для ее модернизации. В частности, отмечены недостатки существующей системы: централизованный сбор естественных аналоговых сигналов от большого количества термометров сопротивления и отсутствие наглядной связи и визуализации контроля температуры охлаждающей воды с особенностями ведения технологического процесса. Определены направления реконструкции с применением системы интеллектуальных модулей ТЕКОНИК® и интеллектуальных датчиков температуры ТСТ11, предназначенных для построения распределенных автоматизированных систем управления технологическими процессами. Значительно облегчается температурный контроль, когда затруднена прокладка кабельных трасс для традиционных датчиков, что особенно характерно для рассматриваемой системы. Это позволит повысить точность измерений и получить существенную экономию на монтажных работах.

Ключевые слова: печь Ванюкова, интеллектуальный датчик, система охлаждения, интерфейс RS-485, аналоговый сигнал.

Abstract

The aim of the work was to analyze the system for collecting primary technological information for the Vanyukov furnace smelting system of the Sredneuralsk copper smelter and developing technical solutions for its modernization. In particular, the drawbacks of the existing system are noted: the centralized collection of natural analog signals from a large number of resistance thermometers and the lack of visual communication and visualization of the control of the temperature of the cooling water with the features of the technological process. Temperature control becomes much easier when laying cable lines for traditional sensors is difficult, which is especially characteristic of the system under consideration. The directions of reconstruction using the TECONIK® intelligent modules system and intelligent temperature sensors TST11 designed for building distributed automated process control systems are determined. This will improve the accuracy of measurements and obtain significant savings in installation work.

Key words: Vanyukov furnace, intelligent sensor, cooling system, RS-485 interface, analog signal.

Печь Ванюкова [1, 2] предназначена для плавки сульфидного медного и медно-цинкового сырья. Она состоит из плавно-окислительной зоны и сифонов для непрерывной выдачи штейна и шлака. В печи Ванюкова (ПВ) получают